

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 362 754 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(51) Int Cl.7: B60T 8/00

(21) Anmeldenummer: 03007325.8

(22) Anmeldetag: 01.04.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• Baumgarten, Götz
85757 Karlsfeld (DE)
• Lohninger, Roland
80809 München (DE)

(30) Priorität: 16.05.2002 DE 10221717

(54) Verfahren zur Erhöhung der Fahrstabilität bei einem Fahrzeug

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Fahrstabilität bei einem Fahrzeug, welches durch einen Regeleingriff am Fahrzeug ein einer Fahrzeug-Instabilität entgegenwirkendes Gierrmoment bewirkt und wobei das Maß des Regeleingriffes von einem Reglerkommando abhängt, welches in Abhängigkeit von der Differenz aus dem Quotienten von Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und der tatsächlich auftretenden Gierrate andererseits bestimmt wird, derart, dass das Reglerkommando auch abhängig vom Minimum aus den Absolut-

werten des geeignet gefilterten Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und eines in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel vorzugsweise unter Verwendung der Ackermann-Beziehung berechneten Gierraten-Sollwertes andererseits gewählt wird. Erfindungsgemäß nimmt das Reglerkommando in den Fällen, in denen der gefilterte Quotient aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und der Gierraten-Sollwertes andererseits unterschiedliche Vorzeichen haben, den Wert "Null" an. Die Minimumbildung kann in Form ein sog. Begrenzungsglieds umgesetzt sein

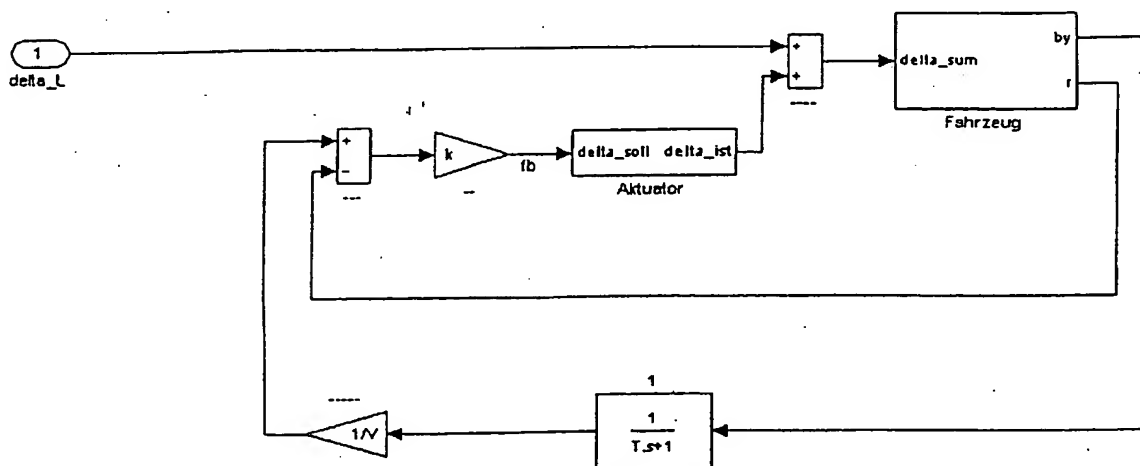


FIG. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Fahrstabilität bei einem Fahrzeug, welches durch einen Regeleingriff am Fahrzeug ein einer Fahrzeug-Instabilität entgegenwirkendes Giernoment bewirkt und wobei das Maß des Regeleingriffes von einem Reglerkommando abhängt, welches in Abhängigkeit von der Differenz aus dem Quotienten von Fahrzeugquerbeschleunigung ("by") und Fahrzeuggeschwindigkeit ("V") einerseits und der tatsächlich auftretenden Gierrate ("r") andererseits bestimmt wird, derart, dass das Reglerkommando auch abhängig vom Minimum aus den Absolutwerten des geeignet gefilterten Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und eines in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel ("δ_L") vorzugsweise unter Verwendung der Ackermann-Beziehung berechneten Gierraten-Sollwertes ("rsoll_acker") andererseits gewählt wird.

[0002] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 100 09 921 A1 beschreibt diesen im Oberbegriff des Anspruchs 1 der vorliegenden Patentanmeldung wiedergegebenen bekannten Stand der Technik. Mit der vorliegenden Patentanmeldung wird dabei ausdrücklich auf unsere ältere, vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldung 100 09 921.1 sowie unsere weitere, darauf aufbauende deutsche Patentanmeldung 101 41 273.8 Bezug genommen, weshalb der Inhalt dieser beiden Anmeldungen und insbesondere der erstgenannten, auf der auch die vorliegende Anmeldung aufbaut, hier nicht ausführlich wiederholt wird.

[0003] Diese genannte DE 100 09 921 A1 beschreibt einen sog. Querbeschleunigungszweig in einem Regelkreis für ein elektronisch initiierte Eingriffe erlaubendes Fzg.-Lenksystem, wobei ein Reglerkommando aus einer Minimumbildung zwischen den Absolutwerten des geeignet gefilterten Quotienten aus der Fahrzeugquerbeschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und eines in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel unter Verwendung der Ackermann-Beziehung berechneten Gierraten-Sollwertes andererseits gewählt wird. Hierdurch kann bei einer vorliegenden Reifensättigung der lenkwinkelabhängige Gierraten-Sollwert reduziert werden, falls er zu groß ist. In diesen Fällen kann dann mit Hilfe der Fzg.-Querbeschleunigung bzw. dem besagten Quotienten aus der Querbeschleunigung und der Fzg.-Geschwindigkeit ein besserer, vom Betrag reduzierter Ersatzwert für den Gierraten-Sollwert erzeugt werden. Insbesondere gemäß unserer oben zweitgenannten deutschen Patentanmeldung 101 41 273.8 kann der genannte Quotient (dort sowie in der vorliegenden Anmeldung mit "r_by" bezeichnet) noch durch additive lenkwinkelabhängige Signale in seiner Dynamik an den Verlauf des vorzugsweise unter Verwendung der Ackermann-Beziehung berechneten Gierraten-Sollwertes (dort sowie hier mit "rsoll_acker" bezeichnet) angeglichen werden, woraus ein sog. gefilterter Quotient (aus der Querbeschleunigung "by" und der Fzg.-Geschwindigkeit "V") ermittelt werden kann, der hier nun mit "r_by_filt" bezeichnet wird.

[0004] Lediglich für die Vollständigkeit der vorliegenden Beschreibung wird kurz auf die beigefügte Figur 1 verwiesen, die als sog. Seitenkraft-Diagramm die Abhängigkeit der Seitenkraft ("F_y") eines Reifens oder einer gesamten Achse vom Schräglaufwinkel ("α") graphisch zeigt. Wie bereits in der o.g. DE 100 09 921 A1 beschrieben ist, besitzt diese (Reifen)-Kennlinie zunächst einen Linearbereich, an den sich über einen sog. Grenzbereich der Bereich der Reifen-Sättigung anschließt und der fahrdynamisch relativ kritisch ist, da man dann trotz Erhöhung des Schräglaufwinkelbetrags praktisch keine weitere Erhöhung der Seitenkraft erreichen kann.

[0005] Nach dem genannten bekannten Stand der Technik vergleicht die genannte Minimumbildung die Absolutwerte bzw. Beträge von "r_by_filter" und von "rsoll_acker" miteinander, woraus für den Absolutwert des resultierenden Reglerkommandos ("rsoll_res" genannt) die folgende Gleichung gilt:

$$[1] \quad \text{abs(rsoll_res)} = \text{MIN} [\text{abs(rsoll_acker)}, \text{abs(r_by_filt)}]$$

[0006] Demzufolge wirkt der sog. Querbeschleunigungszweig immer dann auf die Bildung des Gierraten-Sollwertes ein, wenn die folgende Bedingung [2] erfüllt ist:

$$[2] \quad \text{abs(rsoll_acker)} > \text{abs(r_by_filt)}$$

[0007] Wie im genannten Stand der Technik ausgeführt ist, ist der lenkwinkelabhängige Gierraten-Sollwert "rsoll_acker" dann ausreichend, wenn keine Reifensättigung vorliegt und sich der Reifen folglich im sog. Linearbereich des Seitenkraftdiagramms befindet, so dass dann der sog. Querbeschleunigungszweig, nämlich "r_by_filt" überhaupt nicht wirksam werden muss. Tatsächlich soll dieser sog. Querbeschleunigungszweig nur im Grenzbereich oder Sättigungsbereich (vgl. Fig.1) des Reifens eingreifen.

[0008] Wenn man nun die Stabilität des Reglers analysieren will, so hat hierauf ein Vorsteuerkommando keinen Einfluss und es kann auch die Bildung des Gierraten-Sollwertes unberücksichtigt bleiben. Für eine Stabilitätsanalyse müssen folglich nur die Rückführungen im Regelkreis betrachtet werden. Dann wird das Reglerkommando nur noch aus dem Anteil der Gierratenrückführung sowie dem eventuell wirksamen Querbeschleunigungszweig gebildet. Dieses

spezielle vereinfachte Reglerkommando wird im weiteren mit "fb" bezeichnet.

[0009] Zur Herleitung der vorliegenden Erfindung wird nun zunächst davon ausgegangen, dass der die Querbeschleunigung "by" verarbeitende sog.

[0010] Querbeschleunigungsweig nicht wirksam sei, woraus sich das genannte vereinfachte Reglerkommando wie folgt ergibt:

$$[3] \quad fb = -k \cdot r$$

wobei "k" eine geeignete Konstante und "r" die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs ist. Diese vereinfachte stabilitätsrelevante Reglerstruktur ohne wirksamen Querbeschleunigungsweig ist in der beigelegten Fig.2 dargestellt. Demgegenüber zeigt Fig.3 diese vereinfachte stabilitätsrelevante Reglerstruktur mit wirksamen Querbeschleunigungsweig entsprechend der folgenden Gleichung [3] zur Bildung des vereinfachten Reglerkommandos :

$$[4] \quad fb = k \cdot (r_{by} - r) = k \cdot \beta$$

wobei mit β die Schwimmwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs bezeichnet ist.

[0011] Wie in der bereits mehrfach genannten DE 100 09 921 A1 ausgeführt ist, ist der sog. Querbeschleunigungsweig, in dem die rückgeführte Querbeschleunigung "by" berücksichtigt wird, zumeist nur außerhalb des Linearbereichs der Abhängigkeit der Seitenkraft ("Fy") vom Schräglaufwinkel ("α") relevant, d.h. nur dann, wenn man sich im Grenzbereich oder im Sättigungsbereich gemäß Fig.1 bewegt

[0012] Es gibt jedoch weitere Situationen, die dazu führen, dass der sog. Querbeschleunigungsweig wirksam ist, und zwar auch dann, wenn das Fzg. noch im genannten Linearbereich des Seitenkraftdiagramms gemäß Fig.1 bewegt wird. Betrachtet man die obigen Gleichungen [1] und [2], so ergibt sich, dass dies für all jene Fälle gilt, in denen die Querbeschleunigung "by" aufgrund irgendwelcher Einflüsse derart verfälscht ist, dass sie vom Betrag her kleiner wird als es den eigentlichen Umständen entspricht. Dies kann bspw. dann der Fall sein, wenn im Querbeschleunigungssensor ein Offset vorhanden ist, oder wenn das Fzg. durch eine sog. Steilwandkurve bewegt wird, bei welcher bekanntermaßen die Fahrbahn in Richtung zum Kurvenmittelpunkt hin abfallend geneigt ist. Nun hat sich gezeigt, dass in solchen Fällen genüßgüßige Stabilitätsunstimmigkeiten auftreten können. Ursächlich hierfür ist, dass im genannten Linearbereich der Abhängigkeit der Reifenseitenkraft ("Fy") vom Schräglaufwinkel ("α") die Schräglaufsteifigkeit größer als im Bereich der genannten Reifensättigung ist. Mit dem genannten Faktor "k" ist jedoch eine Stabilität nur für obige Gleichung [3], nicht jedoch für Gleichung [4] einstellbar.

[0013] Würde man nun auf gängige Weise diese Unstimmigkeiten beheben wollen, so könnte man die Stabilitätsreserven für den Fall der Gleichung [4] durch möglichst weitgehende Verringerung der Phasenverzögerung verbessern, was jedoch keinen Erfolg bringt, da die inhärenten Phasenverzögerungen entweder physikalischer Natur und somit unvermeidbar sind, und da die bekannten Vorhaltefilter wegen ihrer Messrauschverstärkung nicht verwendbar sind.

[0014] Theoretisch könnte man auch durch Einführen einer weiteren Verstärkung (hier "k2" genannt) im sog. Querbeschleunigungsweig die Stabilitätsreserven für den Fall der Gleichung [4] verbessern, womit sich Gleichung [5] ergäbe:

$$[5] \quad fb = k \cdot (k2 \cdot r_{by} - r)$$

Dies ist jedoch ausgeschlossen, da die in Gleichung [4] enthaltene Verstärkung des Querbeschleunigungsweigs ("r_by") vom Wert "1" sein muss, damit sich im Stationärfall das vereinfachte Reglerkommando "fb" wegen der dann vorliegenden Gleichheit des Quotienten "r_by" und der Gierrate "r" (d.h. $r_{by} = r$) zu "Null" ergibt, und dass außerdem bei Reifensättigung der zu große Lenkwinkelsollwert "rsoll_acker" richtig reduziert wird. Theoretisch wäre es im übrigen auch denkbar, die Regelverstärkung "k" in der Gleichung [4] zu reduzieren, was jedoch die Stabilisierungswirkung des Reglers verkleinern würde und somit ebenfalls ungeeignet ist.

[0015] Eine demgegenüber praktikable Abhilfemaßnahme für die weiter oben geschilderte Problematik aufzuzeigen, ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

[0016] Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, das Reglerkommando in den Fällen, in denen der gefilterte Quotient aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und der Gierraten-Sollwert andererseits unterschiedliche Vorzeichen haben, den Wert "Null" annimmt. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

[0017] Erfindungsgemäß wird dann, wenn die Signale "rsoll_acker" und "r_by_filt" unterschiedliche Vorzeichen haben, der Wert für das Reglerkommando, das hier sowie in der bereits mehrfach genannten DE 100 09 921 A1 als

resultierender Gierratensollwert "rsoll_res" bezeichnet wird bzw. wurde, zu "Null" gesetzt. Hierdurch wird vermieden, dass die Größe "r_by_filt" mit umgekehrtem Vorzeichen, d.h. an der Abszisse gespiegelt, den resultierenden Gierratensollwert ergibt, denn eine solche Vorzeichenumkehr hätte unerwünschte Auswirkungen auf die Stabilität und ist daher zu vermeiden. Die vorgeschlagene Nullsetzung des resultierenden Gierraten-Sollwerts der Minimumbildung bzw. des Reglerkommandos im Falle unterschiedlicher Vorzeichen der Eingangssignale der Minimumbildung schafft hier die gewünschte Abhilfe.

[0018] Sehr hilfreich ist im übrigen die aus der gattungsbildenden DE 100 09 921 A1 bzw. dem bekannten Stand der Technik zur vorliegenden Erfindung bereits bekannte Einführung eines Verzögerungsgliedes im sog. Querbeschleunigungs-
zweig zur Verbesserung des Stabilitätsverhaltens des Regelkreises. Beispielsweise mit einem Verzögerungs-
glied erster Ordnung (bspw. mit der bekannten Übertragungsfunktion $\{Ts+1\}^{-1}$) im Querbeschleunigungs-
zweig, das eine geeignete Filterung des Quotienten aus der Fahrzeugquerbeschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit dar-
stellt, ergibt sich die folgende Gleichung [6] für das vereinfachte Reglerkommando "fb":

$$[6] \quad fb = k \cdot (\top s + 1)^{-1} \cdot r_{by} - r$$

[0019] Damit kann die Stabilität des Reglers mit wirksamen Querschleunigungszweig auch im genannten Linearbereich unterhalb der Reifensättigung hergestellt werden. Die Zeitkonstante "T" kann dabei so eingestellt werden, dass die Dämpfung des Regelkreises mit und ohne wirksamen Querschleunigungszweig gleich gut ist. Zwar erzeugt dann ein Offset im Querschleunigungssensor oder eine Fahrt in einer Steilwandkurve (d.h. die oben geschilderten möglichen Ursachen für Stabilitätsunstimmigkeiten) weiterhin einen Eingriff durch den Regler, jedoch ist dieser dann stabil und daher nicht weiter störend. Der Fahrer muss also in diesem Fall (also bei Durchfahren einer Steilwandkurve) lediglich einen etwas größeren Lenkwinkel aufbringen als beim Durchfahren einer flachen, ebenen Kurve mit dem selben Kurvenradius. Mit einem derartigen Verzögerungsglied im Querschleunigungszweig ergibt sich somit die in **Fig.4** dargestellte Struktur des Regelkreises.

[0020] Zurückkommend auf die erfindungsgemäße Null-Setzung der Reglerkommandos bzw. des resultierenden Gierratensollwertes "rsoll_res" kann die entsprechend abgewandelte Minimumbildung dabei auch als fallbasierte Anweisung geschrieben werden oder in Form ein sog. Begrenzungsglieds umgesetzt sein, in dem die Werte für den geeignet gefilterten Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und den in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel berechneten Gierraten-Sollwert andererseits verglichen werden, woraus sich das folgende Reglerkommando ergibt:

- a) falls sich die genannten Eingangswerte in ihrem Vorzeichen unterscheiden, ist das Reglerkommando gleich "0"
- b) falls der Betrag des genannten Quotienten kleiner als der Betrag des Gierraten-Sollwertes ist, ist das Reglerkommando gleich dem genannten Quotienten
- c) andernfalls ist das Reglerkommando gleich dem Gierraten-Sollwert.

[0021] Das genannte Begrenzungsglied lässt sich dabei durch die folgende Gleichung [7] beschreiben :

$$[7] \quad f_b = k \cdot \left\{ sat \left[\frac{1}{Ts+1} \cdot \frac{b_y}{V} \right]_a^b - r \right\}$$

mit $a = 0$ und $b = \text{rsoll_acker}$, falls $\text{rsoll_acker} > 0$ ist, bzw.
mit $a = \text{rsoll_acker}$ und $b = 0$, falls $\text{rsoll_acker} < 0$ ist.

[0022] Die in Gleichung [7] enthaltene Funktion

$$\{sat[x]_E^b\}$$

bedeutet dabei, dass der Funktionswert durch $a < b$ begrenzt wird und für $a < x < b$ den Wert x annimmt, für $x < a$ den Wert a annimmt und für $x > b$ den Wert b annimmt.

[0023] Anhand der beigefügten Figuren 5 und 6 wird diese Begrenzung durch zwei Beispiele illustriert. In der Darstellung gemäß Fig. 5 ist der Wert "rsoll_acker" < 0 und in derjenigen nach Fig. 6 ist der Wert "rsoll_acker" > 0. Die lenkwinkelabhängige Sollgierrate "rsoll_acker" wird also jetzt nur noch als eine der beiden Grenzen im Begren-

zungsglied benutzt. Dabei ist anzumerken, dass dieses vorgeschlagene Begrenzungsglied die in der genannten DE 100 09 921 A1 (sowie in unserer deutschen Patentanmeldung 100 41 273.8) enthaltene Minimumbildung quasi erweitert.

[0024] Bevorzugt wird die Größe "rsoll_acker" dabei derart appliziert, dass im Stationärfall die folgende Gleichung [8] gilt, d.h. dass im Stationärfall der Gierraten-Sollwert größer als der genannte und geeignet gefilterte Quotient aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit ist.:

$$[8] \quad \text{abs(rsoll_acker)} > r_by_filt = r_by = r$$

Dieser Zusammenhang gilt im übrigen auch im gesamten Linearbereich der Seitenkraftkennlinie nach Fig.1.

[0025] Dabei ist die Größe "rsoll_acker" insofern wichtig, als dann, wenn der Fahrer des Fahrzeugs versucht, einer Instabilität des Fzg's durch Gegenlenken entgegenzuwirken, die applizierte Gierratenregelung sein Gegenlenken unterstützen bzw. vergrößern soll. Das Gegenlenken des Fahrers geht dann über den Lenkradwinkel zu "rsoll_acker" in die Begrenzung von "r_by_filt" zum Signal Reglerkommando "rsoll_res" und von da ins genannte vereinfachte Reglerkommando "fb" letztlich zum Stellkommando für den den Lenkeinschlag der lenkbaren Fzg.-Räder bestimmenden Aktuator. Diese resultierende Regler-Struktur ist in Figur 7 gezeigt.

[0026] Im weiteren wird eine vorteilhafte Weiterbildung der vorliegenden Erfindung beschrieben, die im Ansatz bereits in der eingangs genannten deutschen Patentanmeldung 101 41 273.8 enthalten ist, nämlich ein sog. Dynamikangleich, der nun hier an das Verfahren nach dem vorliegenden Patentanspruch 1 angepasst wird. Zunächst diesen sog. Dynamikangleich erläuternd hat sich gezeigt, dass eine unterschiedliche Dynamik in den Verläufen von "rsoll_acker" und "r_by" vorliegt, und zwar insbesondere im linearen Querdynamikbereich des Fahrzeugs, der mit dem linearen Teil der Reifenkennlinie gleichgesetzt werden kann. Grundsätzlich wäre jedoch eine Dynamik für "r_by" wie vom "rsoll_acker"-Signal wünschenswert, so dass dann "r_by" bei dynamischen Übergängen ohne Reifensättigung keinen Einfluß auf den Giersollwert "rsoll_res" hätte. In der genannten nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung 101 41 273.8 ist nun beschrieben, (und hierauf wird im Rahmen der vorliegenden Anmeldung ausdrücklich Bezug genommen) wie dem Signal der Querbewegung "r_by" das dynamische Verhalten der Größe "rsoll_acker" aufgeprägt werden kann, d.h. wie ein Dynamikangleich von "r_by" an die Gierratensollwerte der Modellvorsteuerungen erfolgen kann.

[0027] Dabei soll im genannten Linearbereich der Abhängigkeit der Seitenkraft ("Fy") vom Schräglaufwinkel ("α") das Signal "r_by" keinen Einfluss auf das Stellkommando haben. Erst wenn die Reifensättigung wirksam wird und der Wert von "r_by" absinkt, sollte "r_by" wirksam werden. Um dies zu gewährleisten, wurde vorgeschlagen, dass dem Signal "r_by" ein anderes Signal hinzuaddiert wird, das durch ein oder mehrere in den Modellvorsteuerungen enthaltene (s/n) Einspurmodell(e) ohne Schwierigkeiten zur Verfügung steht, nämlich die Schwimmwinkelgeschwindigkeit β. Dieser soweit vorbekannte Dynamikangleich lässt sich also durch die folgende Gleichung [9] beschreiben:

$$[9] \quad r_by_filt = \frac{by}{V} \cdot \dot{\beta}_{Mod}(\delta_L)$$

[0028] Dieser Dynamikangleich kann nun an die in mit der vorliegenden Patentanmeldung eingeführten Maßnahmen angepasst werden, und zwar indem dieser durch einen zusätzlichen Lenkvorhalt, der durch ein DT1-Glied beschreibbar ist, ergänzt wird. Dieses DT1-Glied greift die Beschleunigung by_{Mod} aus einem lenkwinkelabhängigen Einspurmodell ab, so dass man die folgende Gleichung [10] erhält:

$$[10] \quad r_by_filt = \frac{1}{Ts + 1} \frac{by}{V} \cdot \dot{\beta}_{Mod}(\delta_L) + \frac{Ts}{Ts + 1} \frac{by_{Mod}(\delta_L)}{V}$$

[0029] Dadurch wird eine durch das PT1-Glied in Gleichung [6] erzeugte Phasenverzögerung wieder rückgängig gemacht, wonach im genannten Linearbereich der Abhängigkeit der Reifenseitenkraft ("Fy") vom Schräglaufwinkel ("α") der Verlauf von "r_by_filt" wieder dem Verlauf der gemessenen Gierrate "r" gleicht und somit das vereinfachte Reglerkommando "fb" auf dem Wert "Null" bleibt. Abweichungen der beiden Signale können sich dann nur noch durch die Modellungenauigkeiten des Einspurmodells ergeben, die aber relativ klein sind.

[0030] Die Stabilität der Querbewegungsrückführung wird dabei nicht angetastet, da die Addition von

$$\frac{Ts}{Ts + 1} \frac{by_{Mod}(\delta_L)}{V}$$

nur vom Lenkwinkel δ_L abhängt, das selbe gilt auch für die Subtraktion von $\beta_{Mod}(\delta_L)$. In **Figur 8** ist diese Struktur, bei welcher der Quotient von Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit zur Bildung eines Vorhaltewertes um eine mit Hilfe eines lenkwinkelabhängigen Modells berechnete Schwimmwinkelgeschwindigkeit verringert wird, wobei hierfür, falls die genannte Filterung des Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit in Form eines Verzögerungsgliedes erfolgt, eine daraus resultierende Phasenverzögerung durch ein Differentialglied DT1 im wesentlichen wieder rückgängig gemacht wird grafisch dargestellt.

[0031] Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich also die Zuverlässigkeit des Verfahrens nach Anspruch 1 erheblich steigern, wobei noch darauf hingewiesen sei, dass durchaus eine Vielzahl von Details abweichend von obigen Ausführungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Fahrstabilität bei einem Fahrzeug, welches durch einen Regeleingriff am Fahrzeug ein einer Fahrzeug-Instabilität entgegenwirkendes Gierrmoment bewirkt und wobei das Maß des Regeleingriffes von einem Reglerkommando abhängt, welches in Abhängigkeit von der Differenz aus dem Quotienten von Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und der tatsächlich auftretenden Gierrate andererseits bestimmt wird, derart, dass das Reglerkommando auch abhängig vom Minimum aus den Absolutwerten des geeignet gefilterten Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und eines in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel vorzugsweise unter Verwendung der Ackermann-Beziehung berechneten Gierraten-Sollwertes andererseits gewählt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass das Reglerkommando in den Fällen, in denen der gefilterte Quotient aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und der Gierraten-Sollwertes andererseits unterschiedliche Vorzeichen haben, den Wert "Null" annimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Minimumbildung in Form ein sog. Begrenzungsglieds umgesetzt ist, in dem die Werte für den geeignet gefilterten Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit einerseits und den in Abhängigkeit vom Fahrer-Lenkwinkel berechneten Gierraten-Sollwert andererseits verglichen werden, woraus sich das folgenden Reglerkommando ergibt:
 - a) falls sich die genannten Eingangswerte in ihrem Vorzeichen unterscheiden, ist das Reglerkommando gleich "0"
 - b) falls der Betrag des genannten Quotienten kleiner als der Betrag des Gierraten-Sollwertes ist, ist das Reglerkommando gleich dem genannten Quotienten
 - c) andernfalls ist das Reglerkommando gleich dem Gierraten-Sollwert
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass im Stationärfall der Gierraten-Sollwert größer als der genannte und geeignet gefilterte Quotient aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit ist.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient von Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit zur Bildung eines Vorhaltewertes um eine mit Hilfe eines lenkwinkelabhängigen Modells berechnete Schwimmwinkelgeschwindigkeit verringert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass falls die genannte Filterung des Quotienten aus Fahrzeugquerbeschleunigung und Fahrzeuggeschwindigkeit in Form eines Verzögerungsgliedes erfolgt, eine daraus resultierende Phasenverzögerung durch ein Differentialglied im wesentlichen wieder rückgängig gemacht wird.

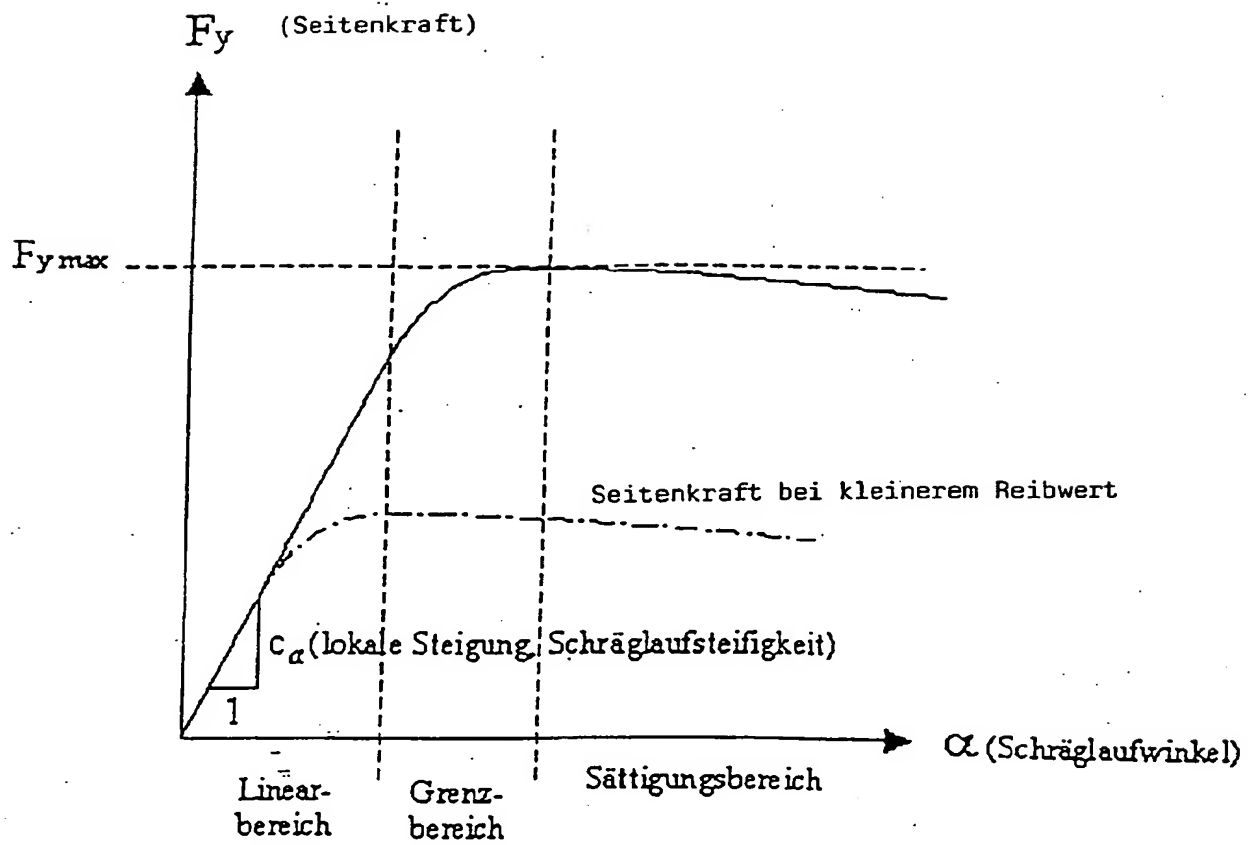


FIG. 1

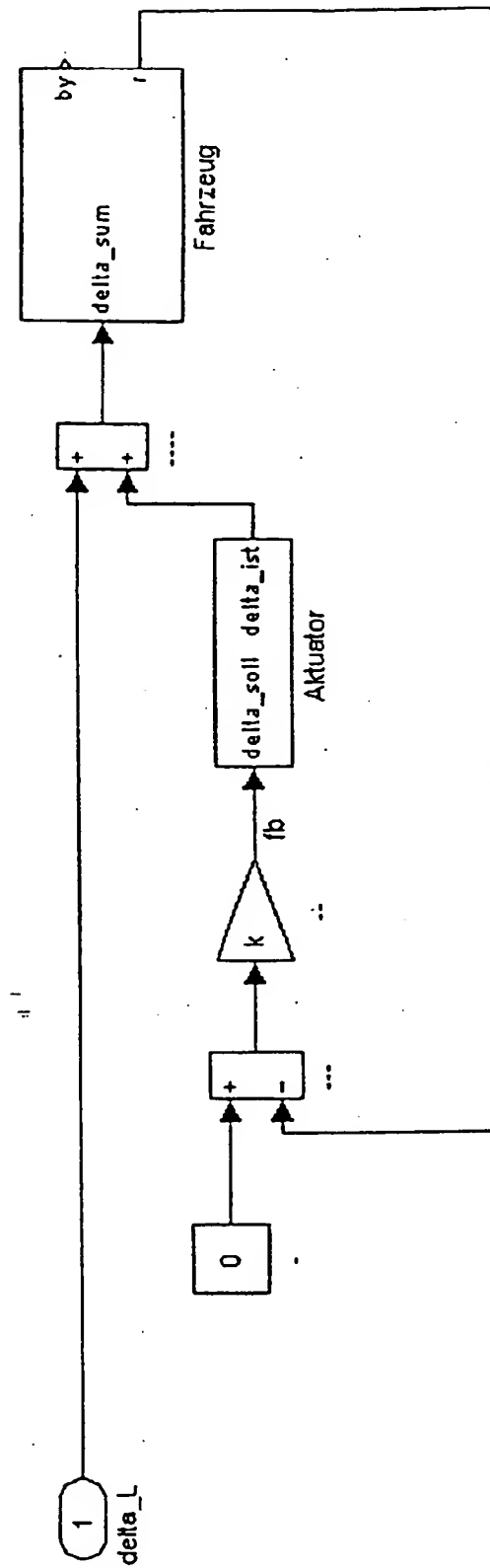


FIG. 2

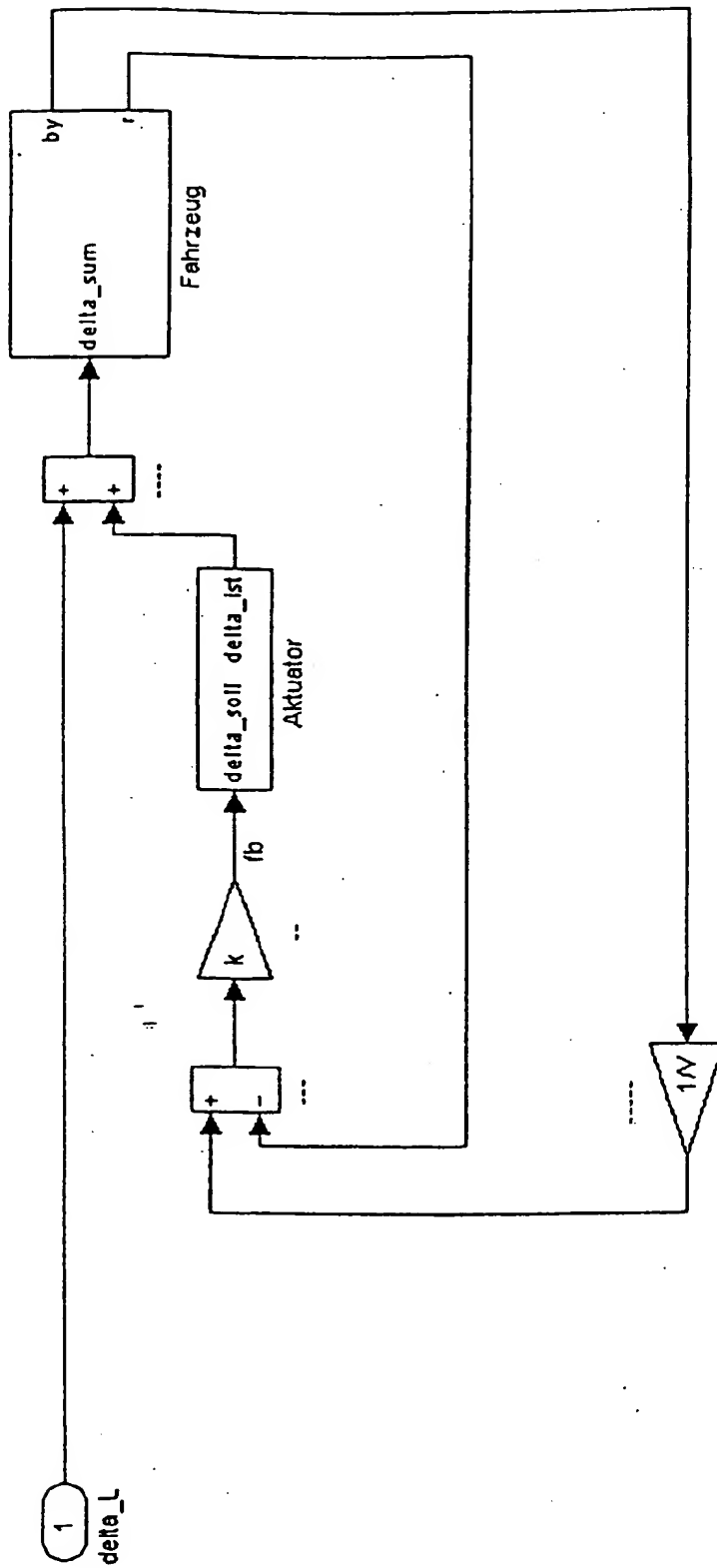


FIG. 3

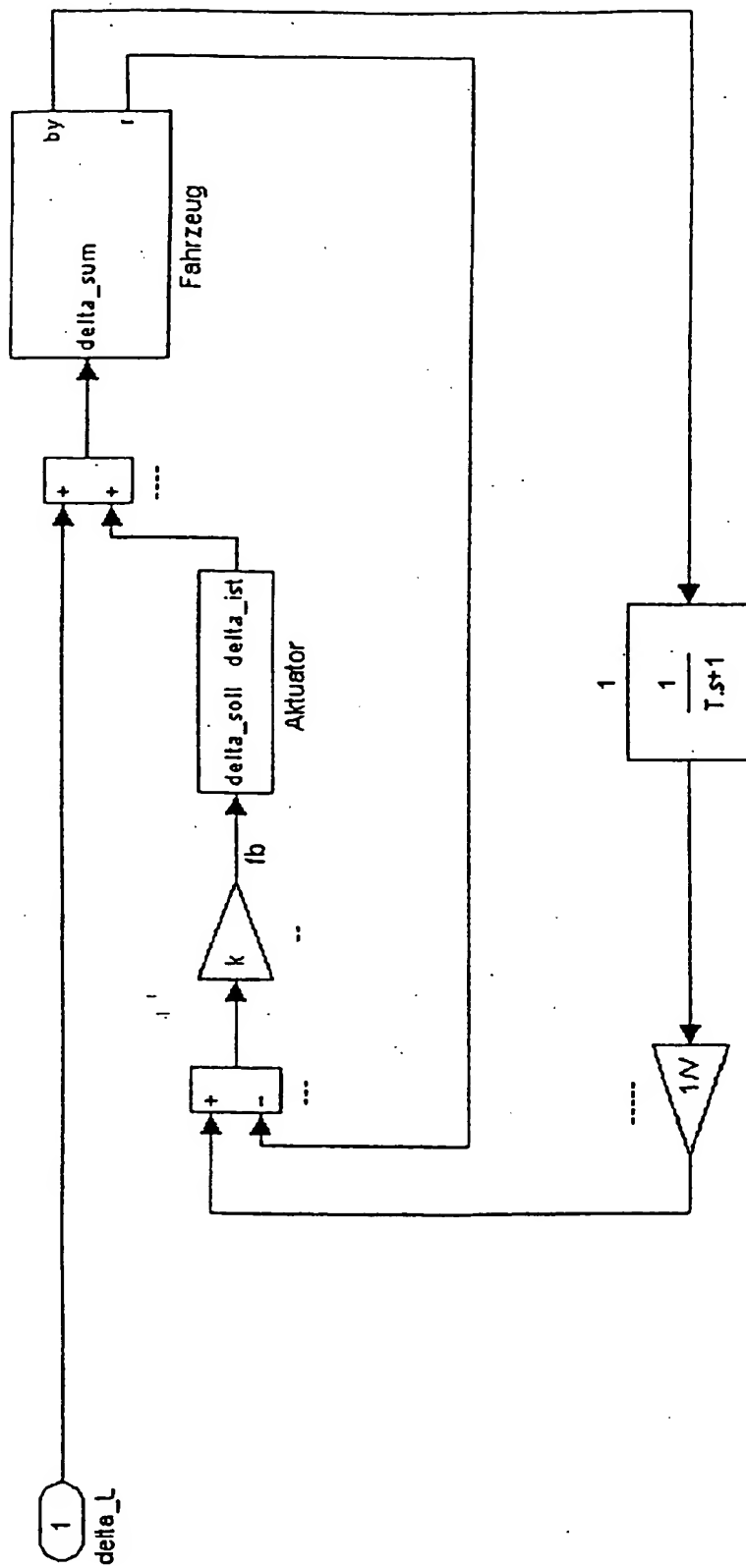


FIG. 4

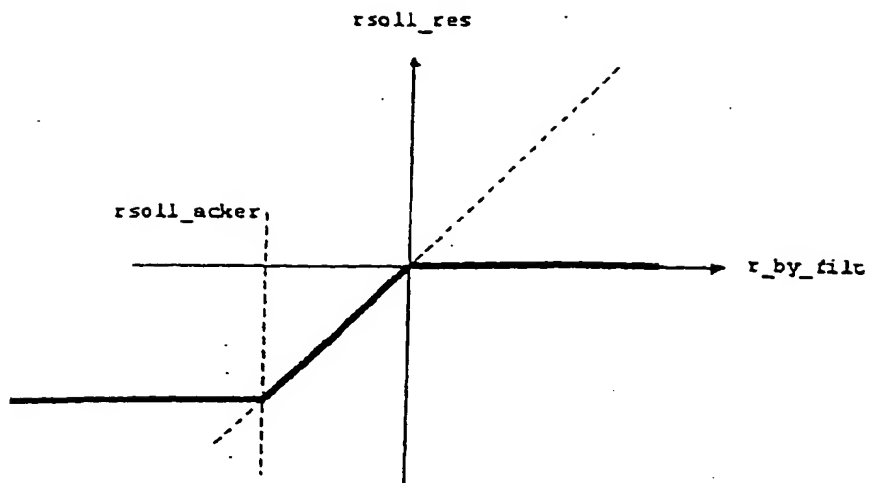


FIG. 5

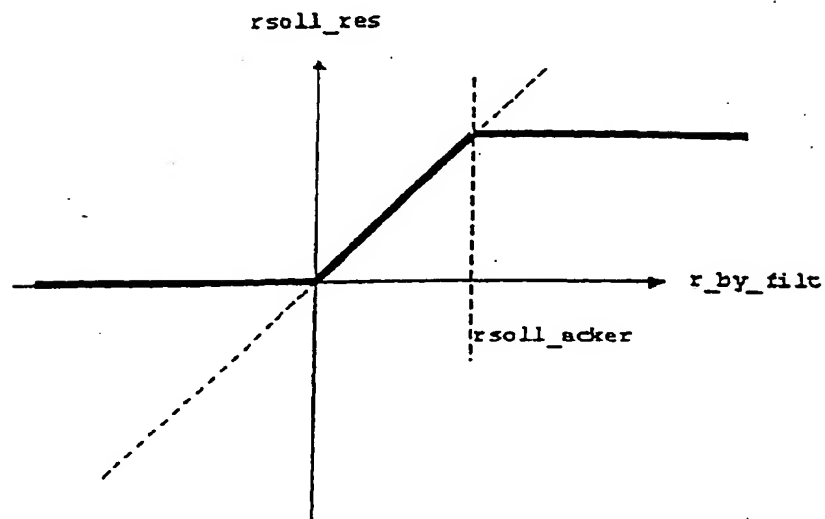


FIG. 6

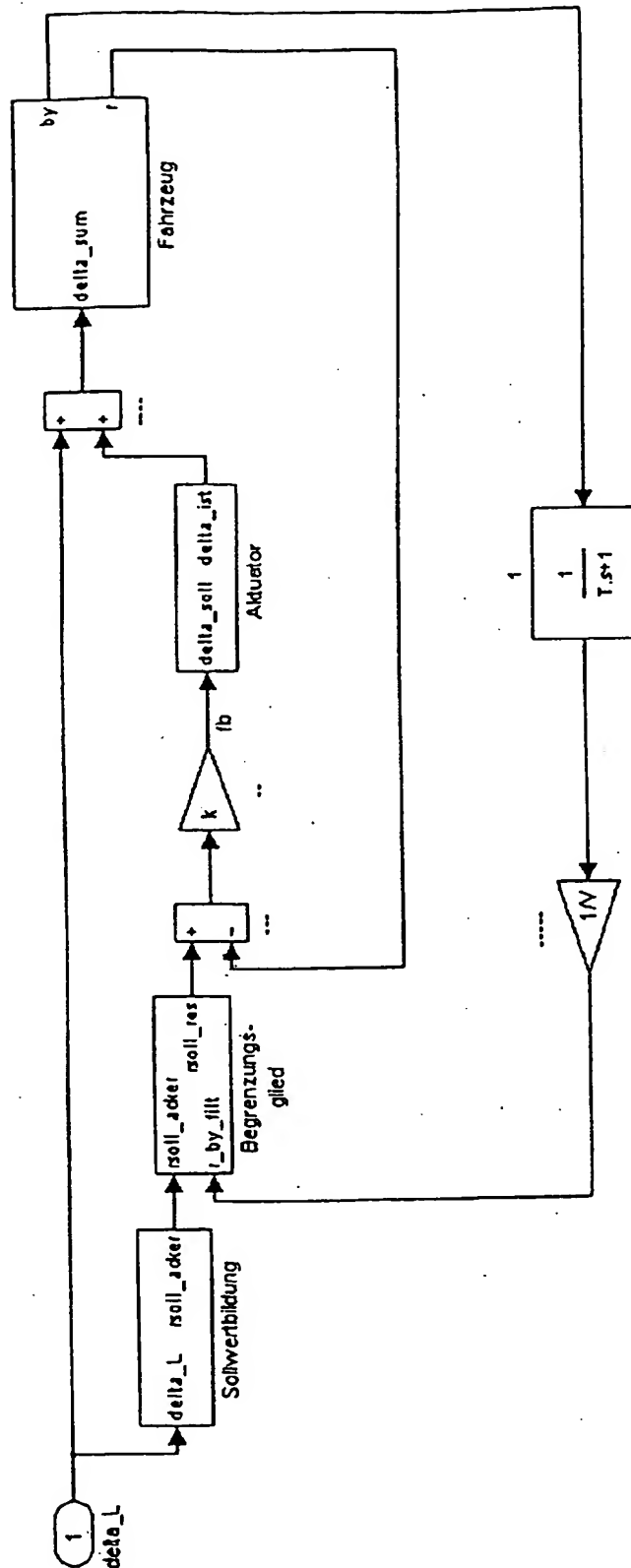


FIG. 7

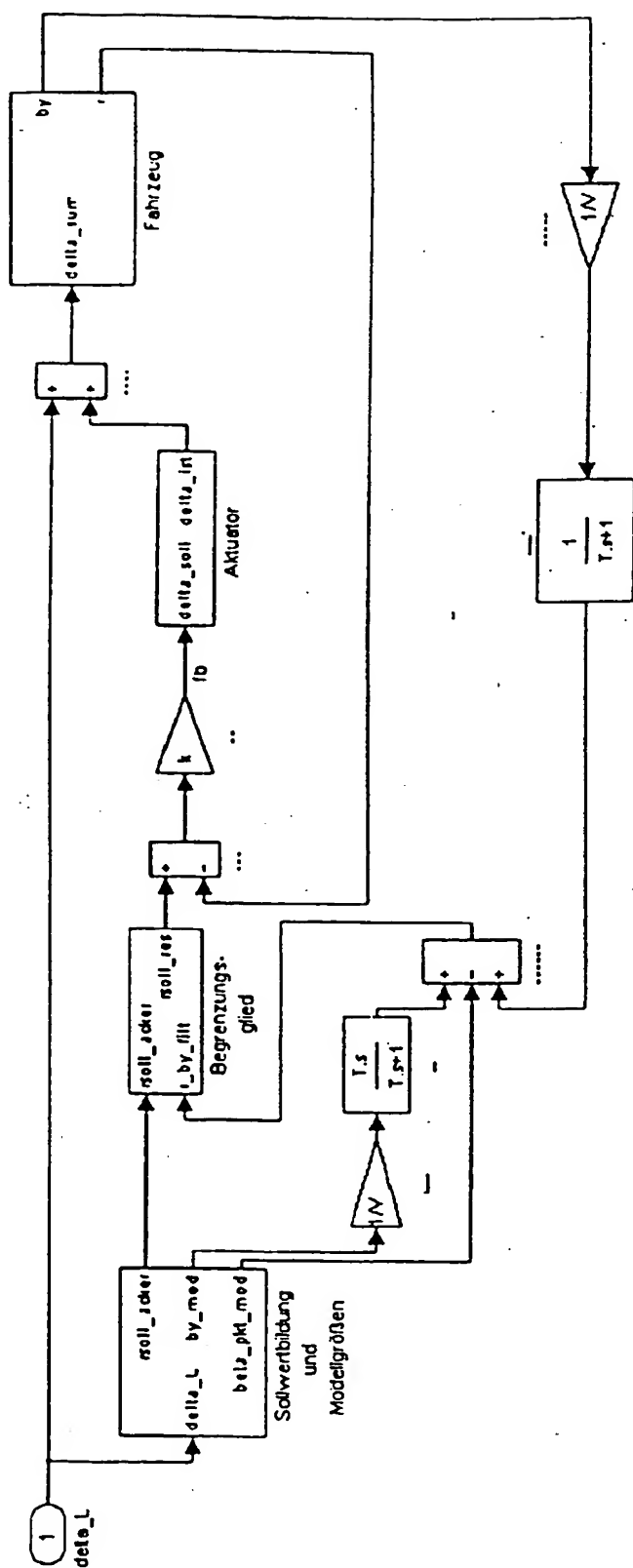


FIG. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 7325

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 100 09 921 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 19. Juli 2001 (2001-07-19) * Ansprüche 1,5,7; Abbildung 4 *	1	B60T8/00
A	DE 101 05 710 A (KOYO SEIKO CO ; SUMITOMO SEI BRAKE SYSTEMS INC (JP)) 6. September 2001 (2001-09-06) * Spalte 6, Zeile 44 - Spalte 7, Zeile 29 *	1	
A	US 6 092 882 A (MATSUNO KOJI) 25. Juli 2000 (2000-07-25) * Ansprüche 1,2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B60T
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 8. September 2003	Prüfer Colonna, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 00 7325

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10009921	A	19-07-2001	DE	10009921 A1	19-07-2001
			EP	1129916 A2	05-09-2001
DE 10105710	A	06-09-2001	JP	2001219862 A	14-08-2001
			DE	10105710 A1	06-09-2001
			FR	2804648 A1	10-08-2001
			US	2001027893 A1	11-10-2001
US 6092882	A	25-07-2000	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82